

Cosecha Forestal



Objetivos

- **Conocer los sistemas de cosecha y extracción que pueden y reconocer las ventajas y desventajas, de cada uno, en función del tipo de producción en el que se aplique**
- **Conocer las maquinas que intervienen en estos sistemas y comprender el rol que cumplen en cada uno.**
- **Conocer y comprender el funcionamiento general de estas maquinas y sus posibilidades de regulación y control**

Sistemas de Aprovechamiento

- El aprovechamiento forestal consiste en una serie de operaciones basadas en el transporte y acondicionamiento de la madera
- Son diversas y no siempre se realizan en el mismo orden y lugar
- Por ese motivo se recomienda su estudio como **Sistemas**

Sistemas de Cosecha

- Corte a Medida: Cut-to-Length
- Fuste Entero: Tree Length
- Árbol Entero: Full Tree

- Árbol completo: Whole-tree
- Chipeado: Chipping

Faena Forestal

Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



Tareas en la cosecha forestal

- Apeo o Volteo
- Transporte
- Procesamiento y preparación de la madera
- Carga y descarga



| OPERACIONES – MEDIOS | MANUAL | TRACCIÓN A SANGRE | MECANIZADO | | |
|--|--|---|--|---------------------------|----------------------------|
| APEO | Operario + motosierra | -- | Cosechadora-apiladora | Cosechadora | Cosechadora-transportadora |
| PROCESADO | Operario + motosierra | -- | Procesadora | -- | -- |
| DESCORTEZADO | Operario con herramientas manuales | -- | Parcial, ciertas especies | Parcial, ciertas especies | Parcial, ciertas especies |
| | | | Descortezadoras portátiles o fijas | | |
| REUNIÓN / APILADO EN MONTE | Operario con herramientas manuales | Reunión con tracción animal (mulas, caballos) | Cosechadora-apiladora | Cosechadora | -- |
| | | | Winch de tractor de arrastre | | |
| ASTILLADO | -- | -- | Astilladoras acoplables a tractor o camión | | |
| DESEMBOSQUE ANIMAL | Operarios con o sin medios auxiliares | Con tracción animal (mulas, caballos) | Tractor de arrastre o agrícola adaptado | | |
| | | | Tractor autocargador o agrícola adaptado | | |
| | | | Cable de desembosque | | |
| APILADO EN CARGADERO O PISTA + CLASIFICACIÓN | Manual, con herramientas auxiliares | -- | Camión todo terreno con grúa | | |
| | | | Cosechadora-transportadora | | |
| | | | Tractor de desembosque | | |
| CARGA EN CAMIÓN | Operarios con herramientas auxiliares | -- | Pala cargadora | | |
| | | | Pala cargadora | | |
| | | | Tractor de desembosque con grúa | | |
| TRANSPORTE | -- | -- | Grúa acoplada al camión de transporte | | |
| | | | Camión de transporte | | |
| ELIMINACIÓN DE RESIDUOS | Amontonado manual, quema o tratamiento | -- | Otro medios: ferrocarril, barcos | | |
| | | | Astilladora o trituradora | | |

Mecanización de las tareas en la cosecha

- Apeo o Volteo y apilado
- Transporte dentro del monte o lote
- Procesamiento y preparación de la madera
- Carga y descarga

- Combinadas:
 - Apeo-volteo y procesamiento
 - Transporte-carga y descarga



Maquinaria utilizada en volteo y preparación de madera



Cosechadoras y procesadores forestales

Las cosechadoras y procesadoras forestales son maquinas autopropulsadas que realizan la tarea de Corte-apeo, Corte-apeo y procesamiento o procesamiento de la madera

El procesamiento puede incluir en forma total o parcial descortezado, desrame, tronzado, medición, clasificación y apilado



Conformación general







Clasificación según Tareas que realizan

- **Corte volteo y Apilado**
 - Feller Buncher
- **Corte volteo, apilado, tronzado, desramado, descortezado, medición y clasificación**
 - Harvester y Procesadores
- **Apilado, Desramado, medición, corte y Clasificación**
 - Delimbers
 - Procesadores

Apeo-volteo y apilado

- **Feller buncher**
 - Disco, Cadena, Cizalla
 - Brazo largo y Brazo corto
 - Oruga y Ruedas



Feller Buncher



Feller Buncher

Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



MECANIZACIÓN
FCAyF





Sistemas de Corte

- **Cabezal de Feller Buncher**
 - Cuchillas
 - Aserrado
 - Plato
 - cadena
- **Cabezales de Harvester**
 - Aserrado Cadena
- **Cabezales Delimbers**
 - Aserrado Cadena



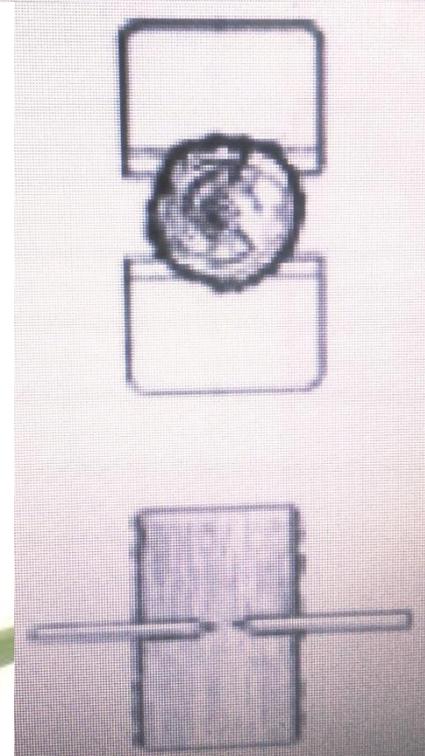
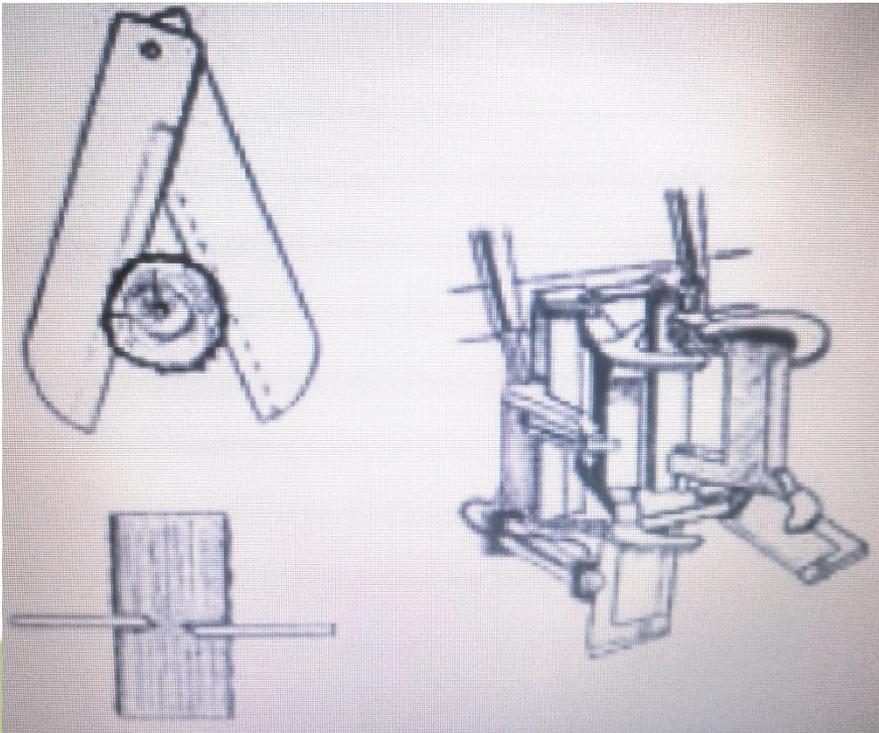
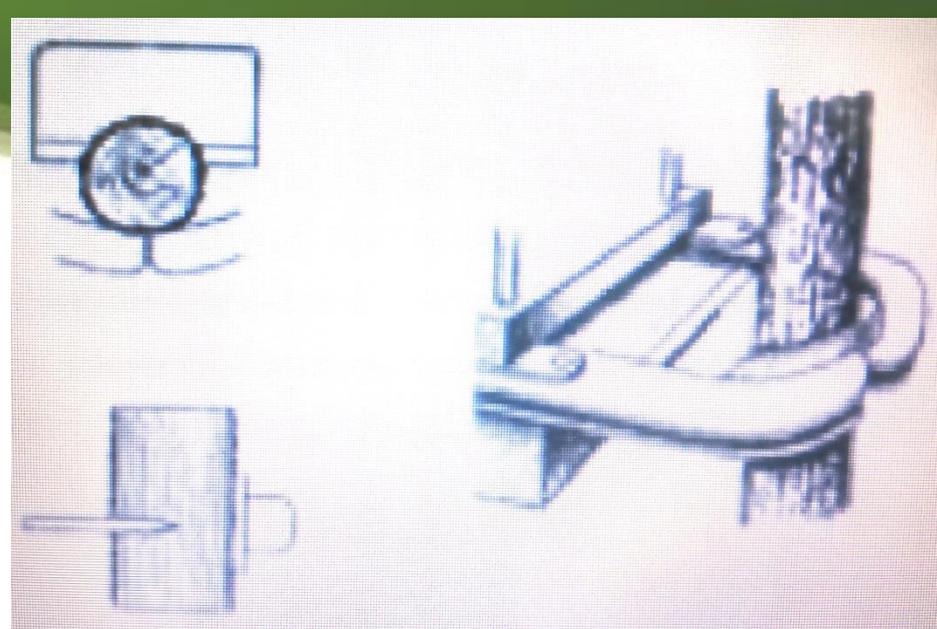
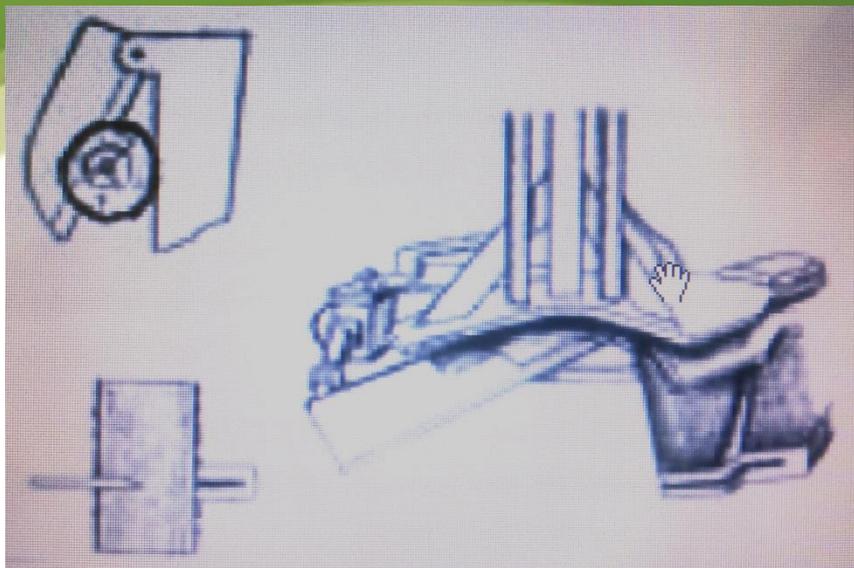
Sistemas de Corte

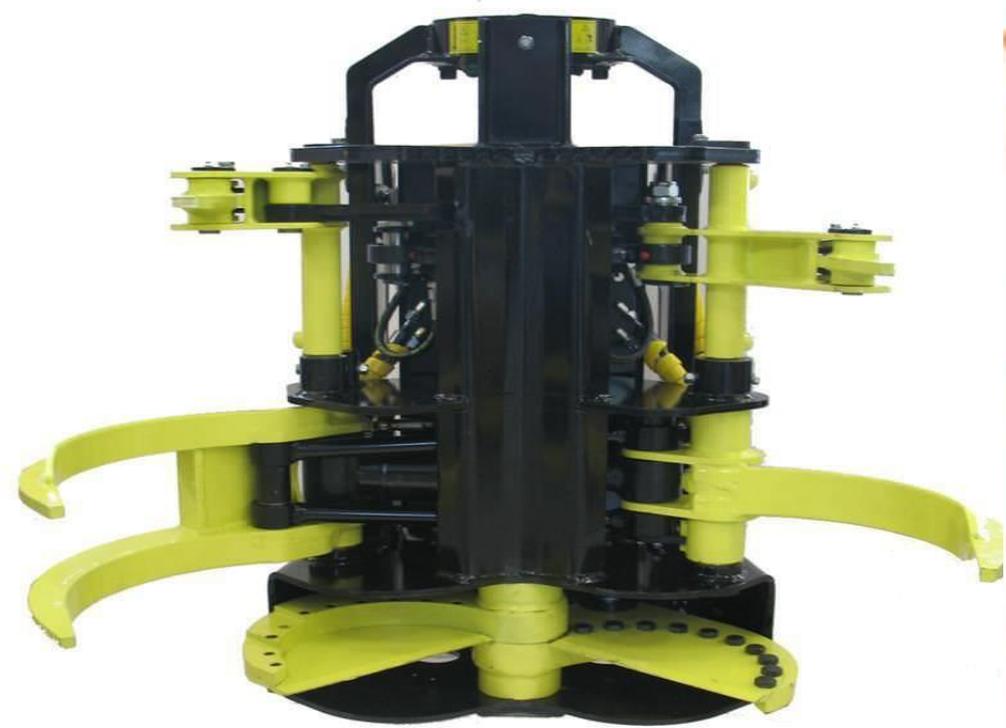
Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



Sistemas de Corte

- **Cuchillas:**
 - **Simple cuchilla:**
 - **Guadaña**
 - **Guillotina**
 - **Doble Cuchilla:**
 - **Cizalla**
 - **Doble Guillotina**





Aserrado por Plato











Aserrado por cadena

Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



Harvester

Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



MECANIZACIÓN
FCAyF





Procesamiento y Preparación de la madera

- **Según el sistema de cosecha:**
 - In Situ en sistemas Cut-to-length o Tree-length
 - En Playa de procesamiento y carga, en Full-Tree
- **Maquinarias Utilizadas:**
 - Harvester
 - Procesadoras



Harvester

Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



MECANIZACIÓN
FCAyF











Procesadoras

Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA







Cabezal Procesador

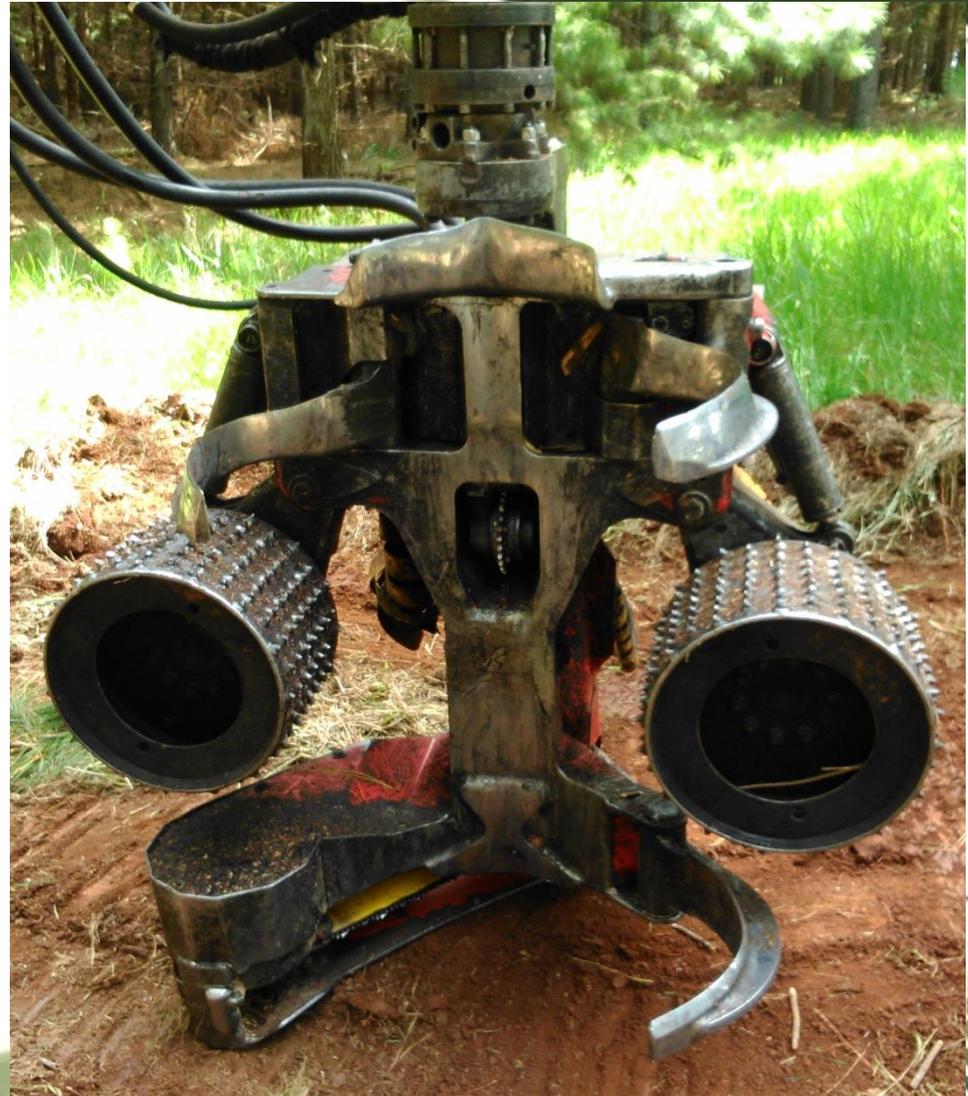
Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



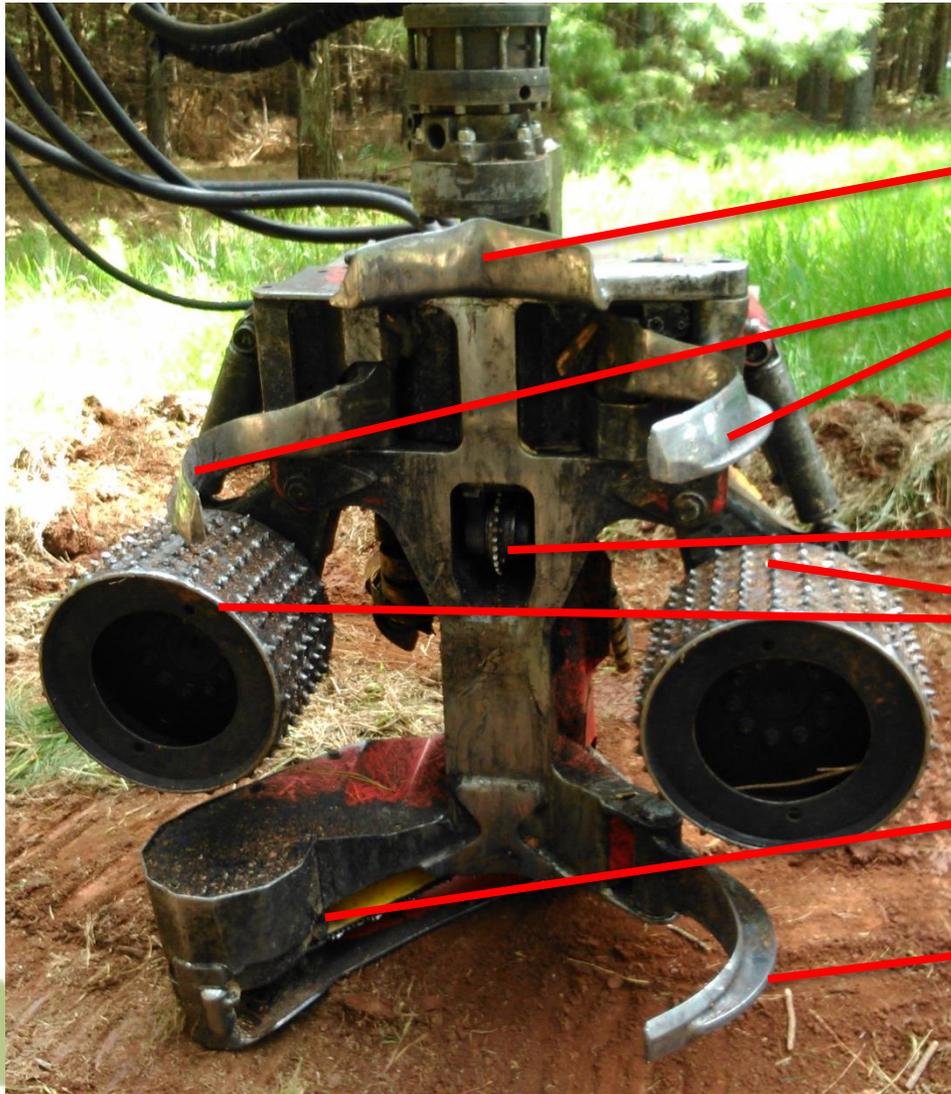
MECANIZACIÓN
FCAyF







Partes del cabezal



Desramador

Garras delanteras

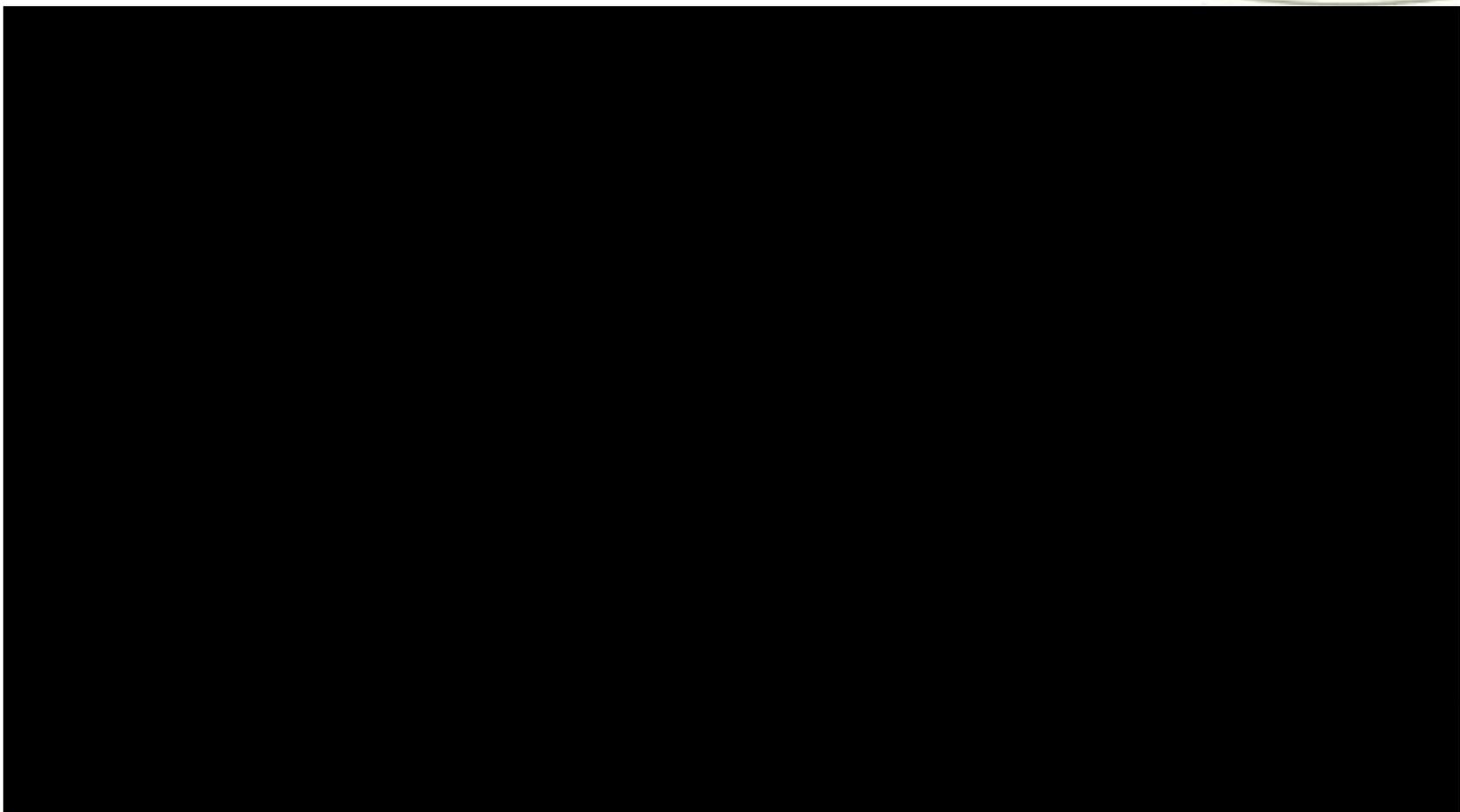
Rueda Medidora

Rodillos alimentadores

Sierra

Garra Trasera













Cabezal Delimber



Sistema de corte
Garras sujetadoras

Sistema de corredera

Sistema de corte
Garras sujetadoras

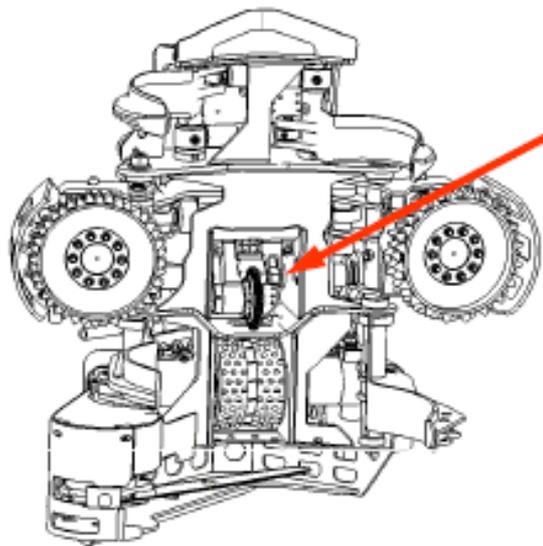
Apoyo

Controles y Regulaciones

- **Control de Largo**
- **Control de Diámetro**

- **Cadenas, espadas, discos y dientes**
- **Tipos de Rodillos alimentadores
(Feed Rollers)**

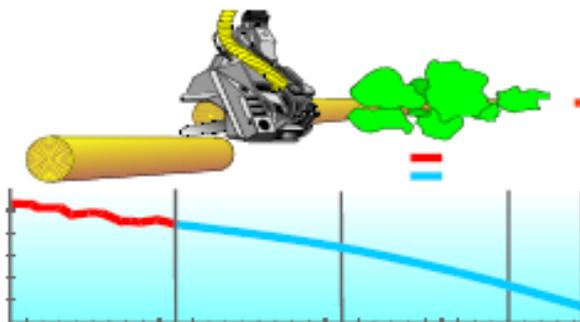
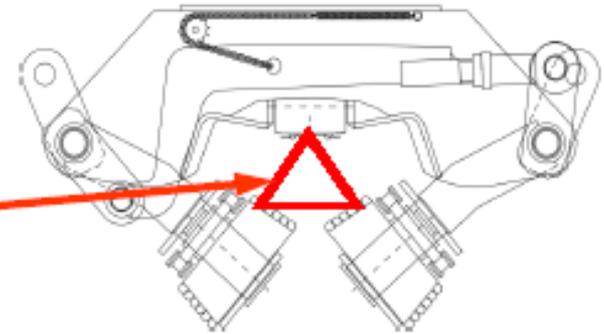
Sistemas de medición: Largo y Diámetro



Longitud
&
Diámetro

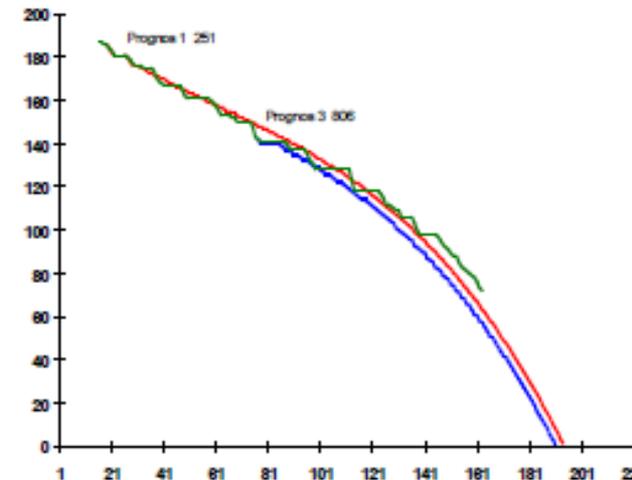
=

Volúmen



Predicción de curva del árbol

$$y = a + bx + cx^2 + dx^3$$
$$y = a + bx + cx^2 + dx^3$$
$$y = a + bx + cx^2 + dx^3$$
$$y = a + bx + cx^2 + dx^3$$

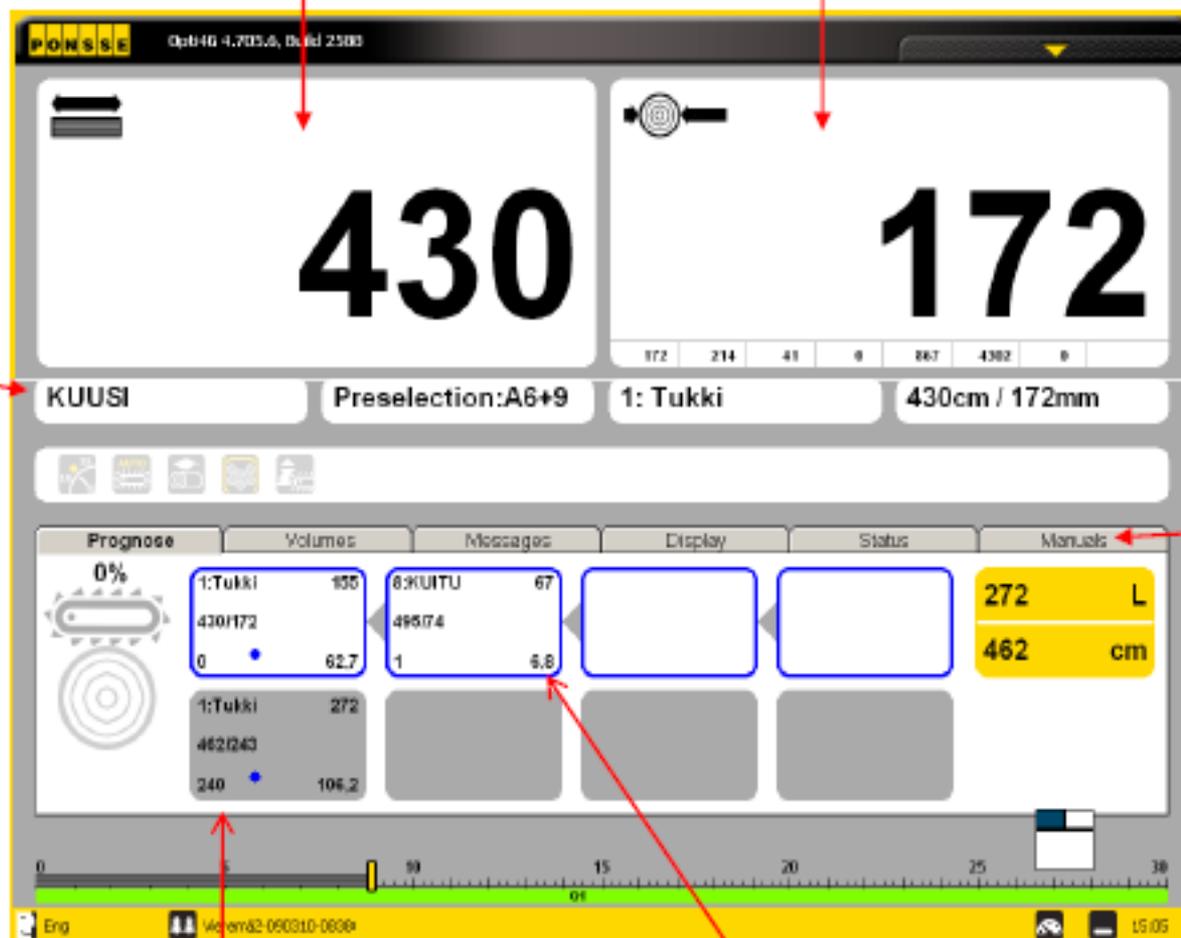


Pantalla de trabajo (Manejo)

Medición de longitud

Medición de diámetro

Especie de árbol



Opciones de visualización:

- Prognosis
- Volumen
- Mensajes
- Pantalla
- Estado
- Manuales

Trozas cortadas

Sugerencia de corte

Espadas y cadenas

Rodillos alimentadores

Platos y dientes





Secuencia estándar: 18HX, paso .404"; calibre .080"
Secuencia SKIP: 18HJX ; paso .404"; calibre .080



11BC , paso 3/4" , calibre .122"

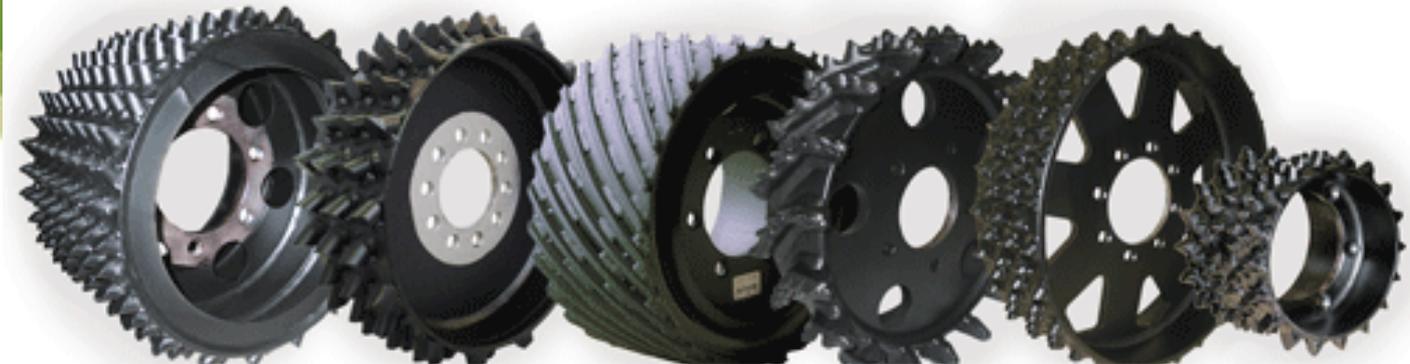


16HX ; paso 0,404" ; calibre 0,063"



11H ; paso 3/4" ; calibre .122"





Standard

Conical

Extrawide

Aggressive

Eucalyptus





Maquinaria utilizada en el Transporte y Saca



Operación de Saca o transporte primario

Se entiende por saca o transporte primario al proceso de transporte de árboles o trozas desde la zona de corta hasta un depósito provisorio o el destino de consumo primario.



Objetivos

- **Conseguir la mayor productividad posible en el proceso de extracción.**
- **Garantizar la seguridad de los equipos de saca y del personal que trabaja en zonas contiguas.**
- **Reducir los daños a la masa remanente, especialmente los que serán aprovechados en el futuro.**
- **Transportar a los patios de acopio las trozas que se prepararon para la saca sin merma importante de volumen ni deterioro importante de la calidad**



Objetivos

- **Causar el menor daño posible a los cursos de agua existentes dentro de la unidad de corta o en sus proximidades, particularmente los que fluyen todo el año o abastecen de agua.**
- **Reducir la compactación y alteración del suelo ocasionadas por las operaciones de saca.**



Problemáticas

Con independencia del sistema de cosecha que se emplee, la saca es una operación difícil y arriesgada, que puede causar graves daños a los ecosistemas forestales.



Clasificación

Según el equipo utilizado, el transporte primario puede clasificarse en:

- Manual (suspendida, arrastre)**
- Animales (caballos, bueyes, mulas, etc.)**
- Mecanizados:**
 - Transporte suspendido sobre vehículo (forwarding)**
 - Arrastre (skidding)**
 - Sistema de cables**

Transporte suspendido sobre vehículo (forwarding)

- **En este sistema, toda la carga va suspendida. Es un método muy apropiado para madera de pequeñas dimensiones (pulpa y leña). En general se utilizan:**
- **Tractores forestales autocargadores (forwarders)**
- **Tractores agrícolas y forestizados, de ruedas y orugas, con acoplado**













Arrastre (skidding)

En el transporte por arrastre, la carga o parte de ella va apoyada en el suelo. Los equipos utilizados son:

- **Tractores forestales arrastradores articulados**
 - Skidders
 - Clambunk's
- **Tractores agrícolas**
- **Tractores de Orugas y/o orugas de alta velocidad**



Skidder de cadenas

Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



Skidder de garra





Clambunk's







Sistema de cables

Los sistemas de cable, se utilizan en condiciones topográficas difíciles o suelos muy inestable.

Consisten en un carrier montado sobre una línea de acero y propulsado por un motor fijo en un extremo

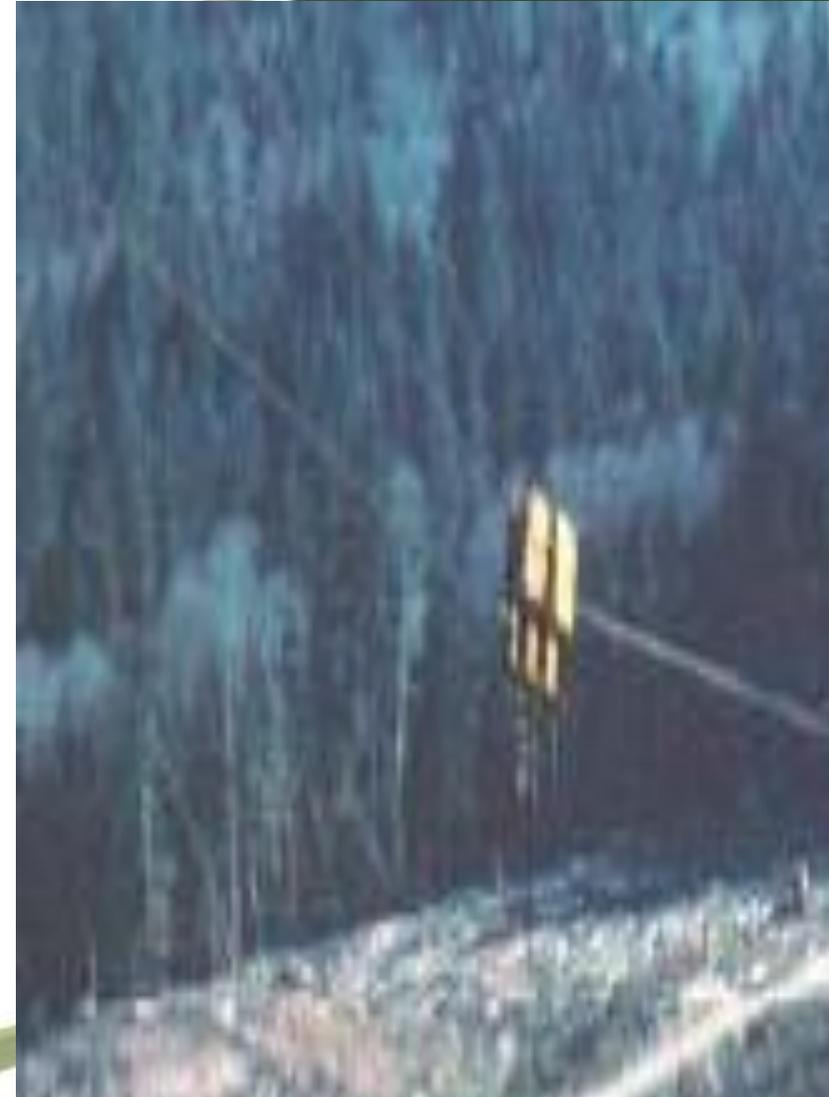






Que es un carrier?

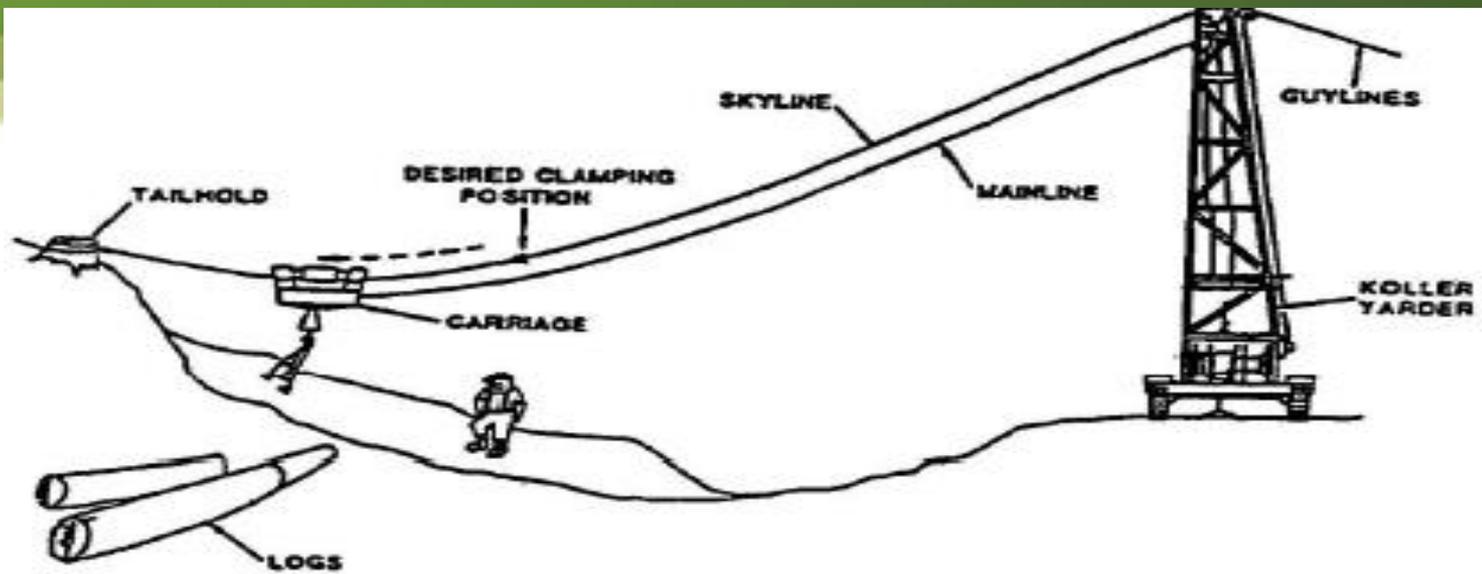
- Es un carro constituido por una o más poleas encerradas en una carcasa y con un sistema de enganche externo. El carro se monta en un cable aéreo (skyline) y está impulsado por cables conectados a cada extremo (o, a veces de un solo extremo y requiere de la gravedad para moverse en sentido contrario)



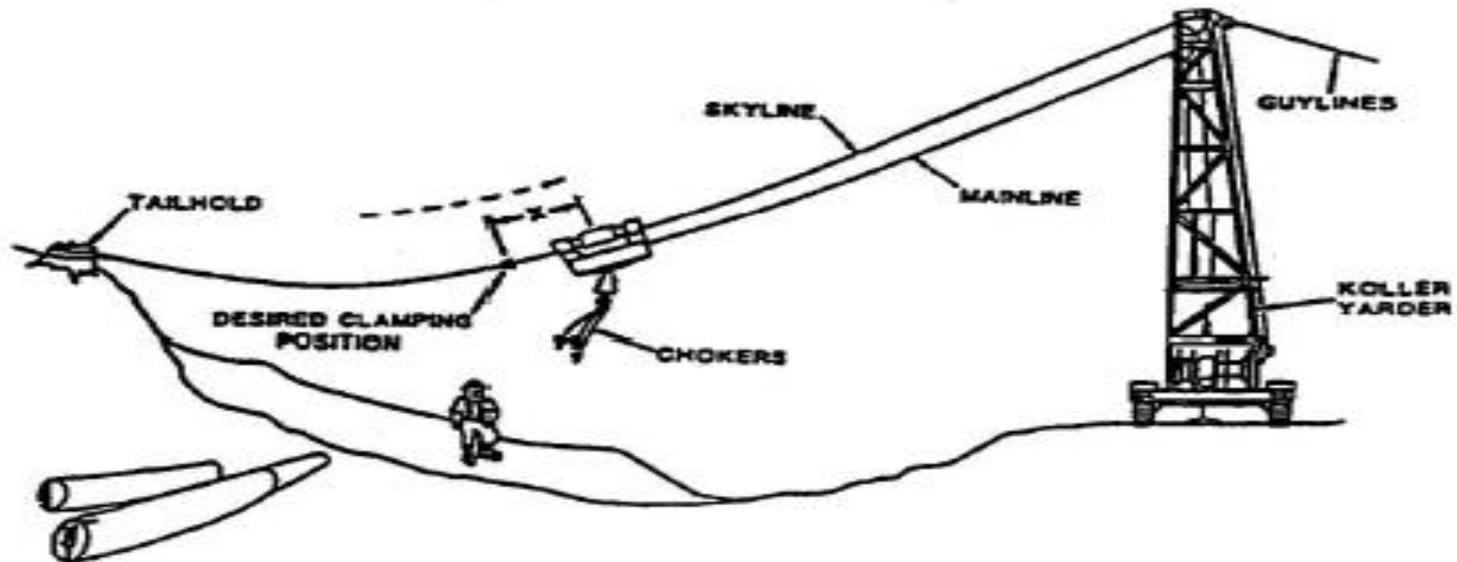
Los sistemas más comunes

- **Sky line (una sola línea)**
- **Slack line (dos líneas)**
- **High leads. (una sola línea en círculo)**

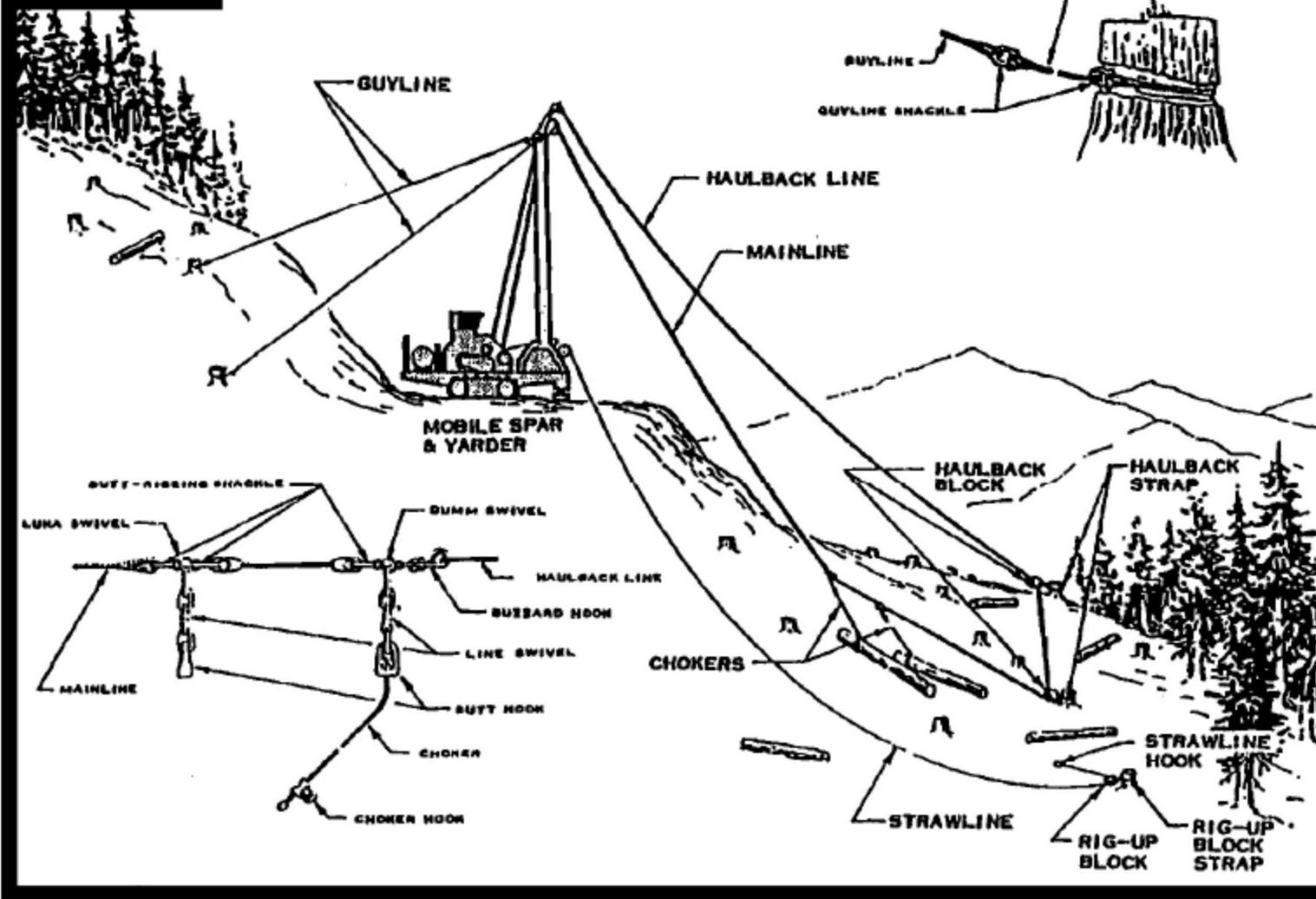




Roll carriage past the desired clamping position.



HIGHLEAD





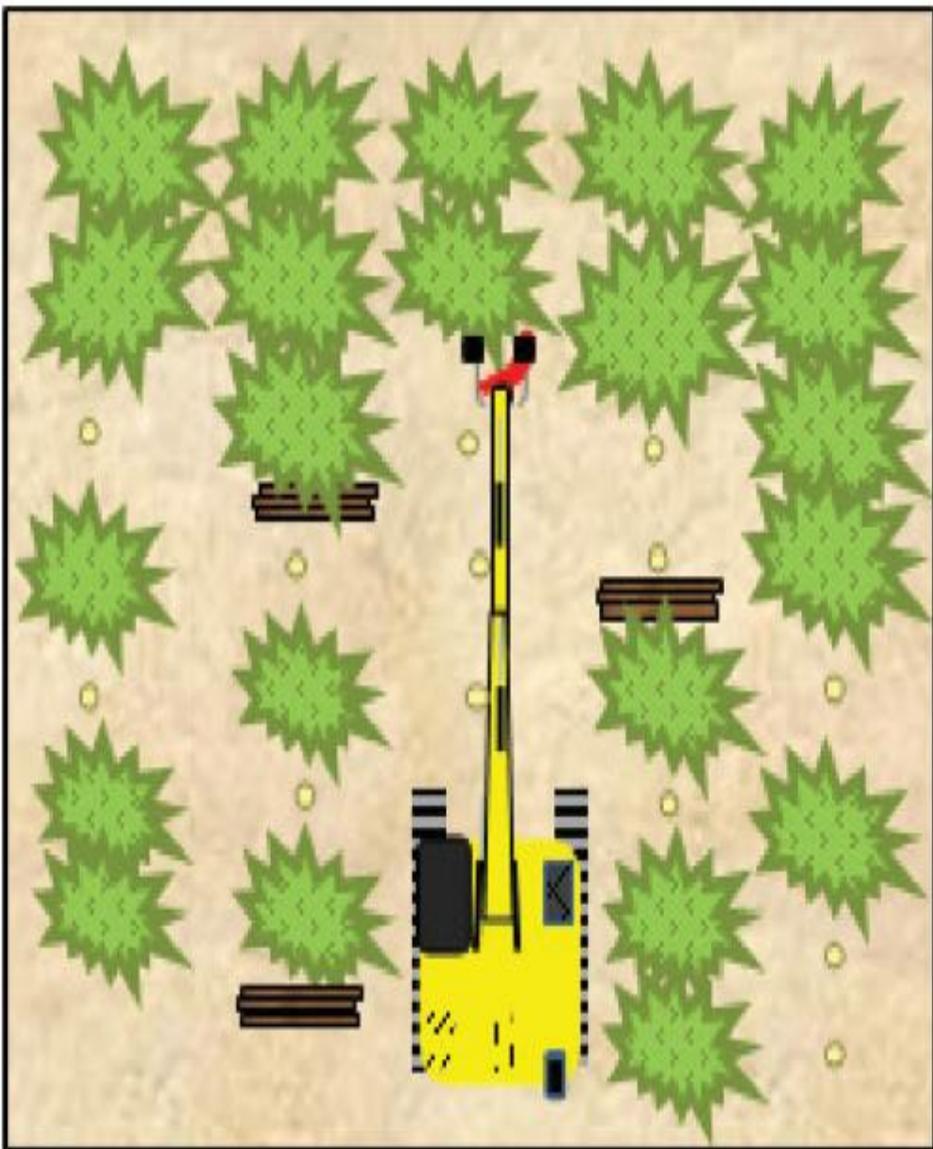


Figura 4. Esquema del primer raleo.
Figure 4. First thinning design.

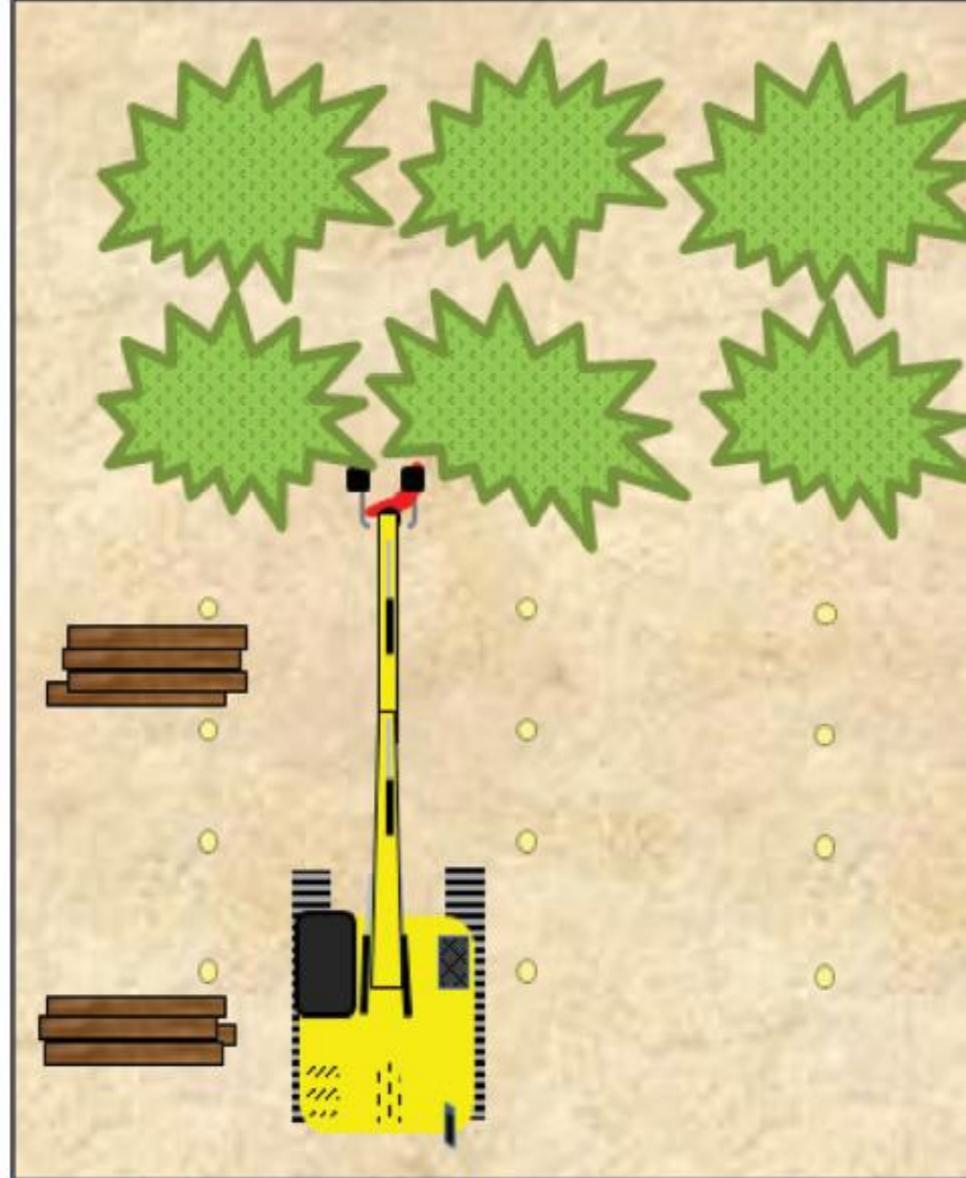


Figura 6. Esquema de tala rasa.
Figure 6. Clear cut design.

Full-Tree Equipment



Skidders



Wheeled Feller Bunchers



Knuckleboom Loaders



Tracked Feller Bunchers



Swing Machines

Cut-to-Length Equipment



Wheeled Harvesters



Forwarders



Tracked Harvesters



Swing Machines



Raleos

INFLUENCIA DE LA INTENSIDAD DE RALEOS EN LA PERFORMANCE DE UN HARVESTER DE RUEDAS EN EL NORESTE ARGENTINO P. Mac Donagh; et al.

- **El *harvester* analizado, marca John Deere, modelo 1070 D, provisto con un cabezal cosechador modelo H 754, consiste en una maquina base articulada con tracción 6x6, motor John Deere 6068HTJ con una potencia nominal de 136 kW, sistema rodante de neumáticos 600 x 22.5, 16 delanteros y 750 x 26.5, 20 traseros; grúa telescópica con un alcance de total de 10m y un cabezal de 820 Kg de peso con un diámetro de corte máximo de 55 cm. El equipo posee un peso total de 14100 Kg.**
- **El sistema de cosecha utilizado por la empresa fue el de toras cortas (*Cut-to-length*). Se produjeron trozas de largo variable y 8 cm en punta fina con destino al triturado para la obtención de celulosa, y trozas para aserrado de 2,7 a 4 metros de largo con 16 cm en punta fina.**



Raleos



Primer Raleo interviniendo 4 líneas a la vez (R1-4L): La operación de raleo fue realizada por un mismo operario en una forestación de 5 años de edad, 15,2 cm de DAP medio, una altura media de 8,9 m y un volumen de árbol medio de 0,079 m³cc. En este caso la máquina avanzó realizando el raleo sistemático en una línea y raleo selectivo en los árboles marcados en las dos líneas adyacentes a cada lado de la vía de acceso abierta (Figura 1 a).

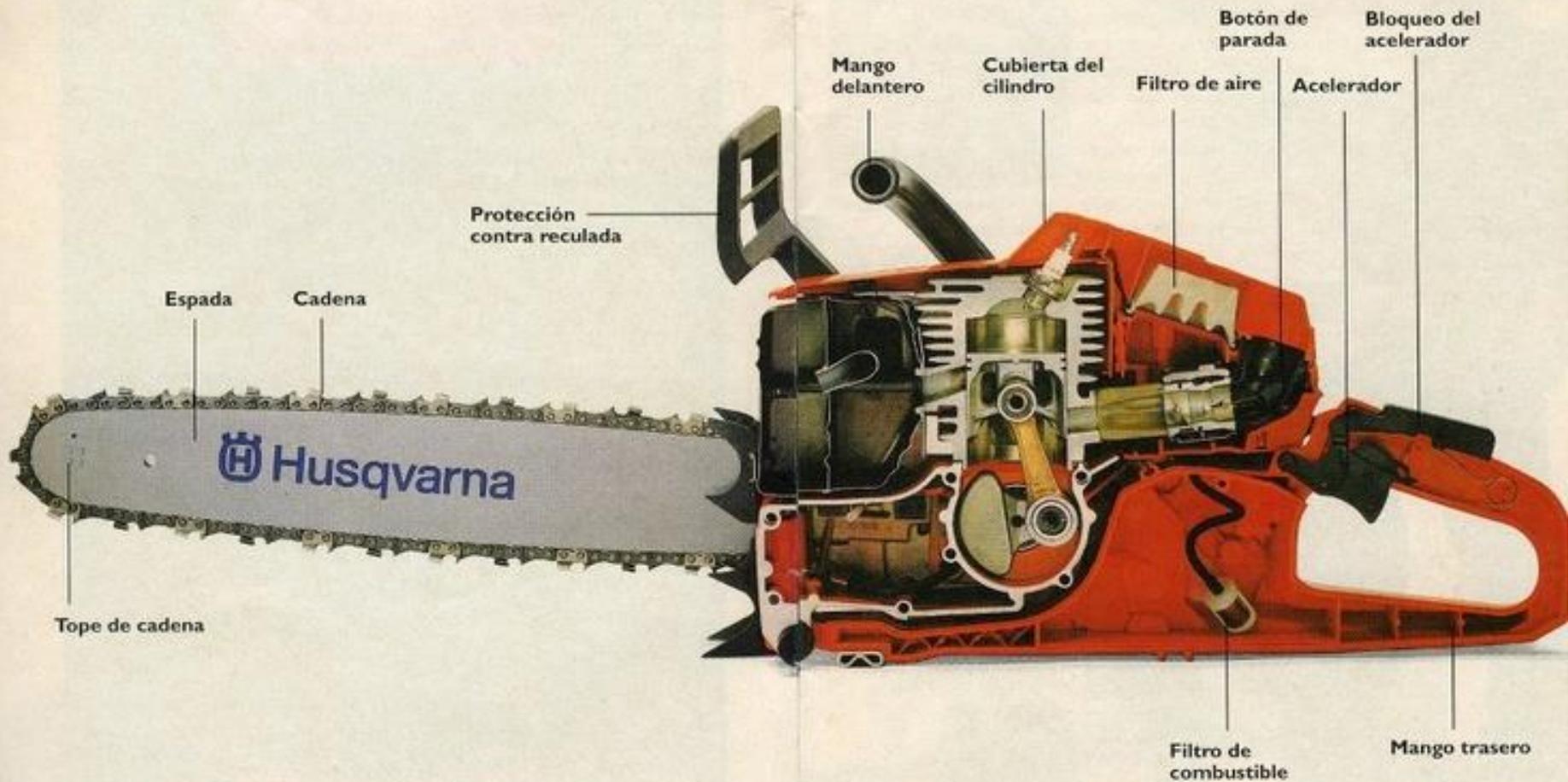
Primer Raleo interviniendo 7 líneas a la vez (R1-7L): Esta operación de raleo fue realizada en una forestación de cuatro años de edad, con un DAP medio de 15,6 cm, una altura media de 7,9 m y un volumen de árbol medio de 0,076 m³cc. En este caso la máquina avanzó realizando el raleo sistemático en un línea y raleo selectivo en los árboles marcados en 3 y 4 líneas adyacentes. Para ello la máquina ingresaba parcialmente en las líneas adyacentes hasta alcanzar con el cabezal a los árboles más lejanos (Figura 1,b)

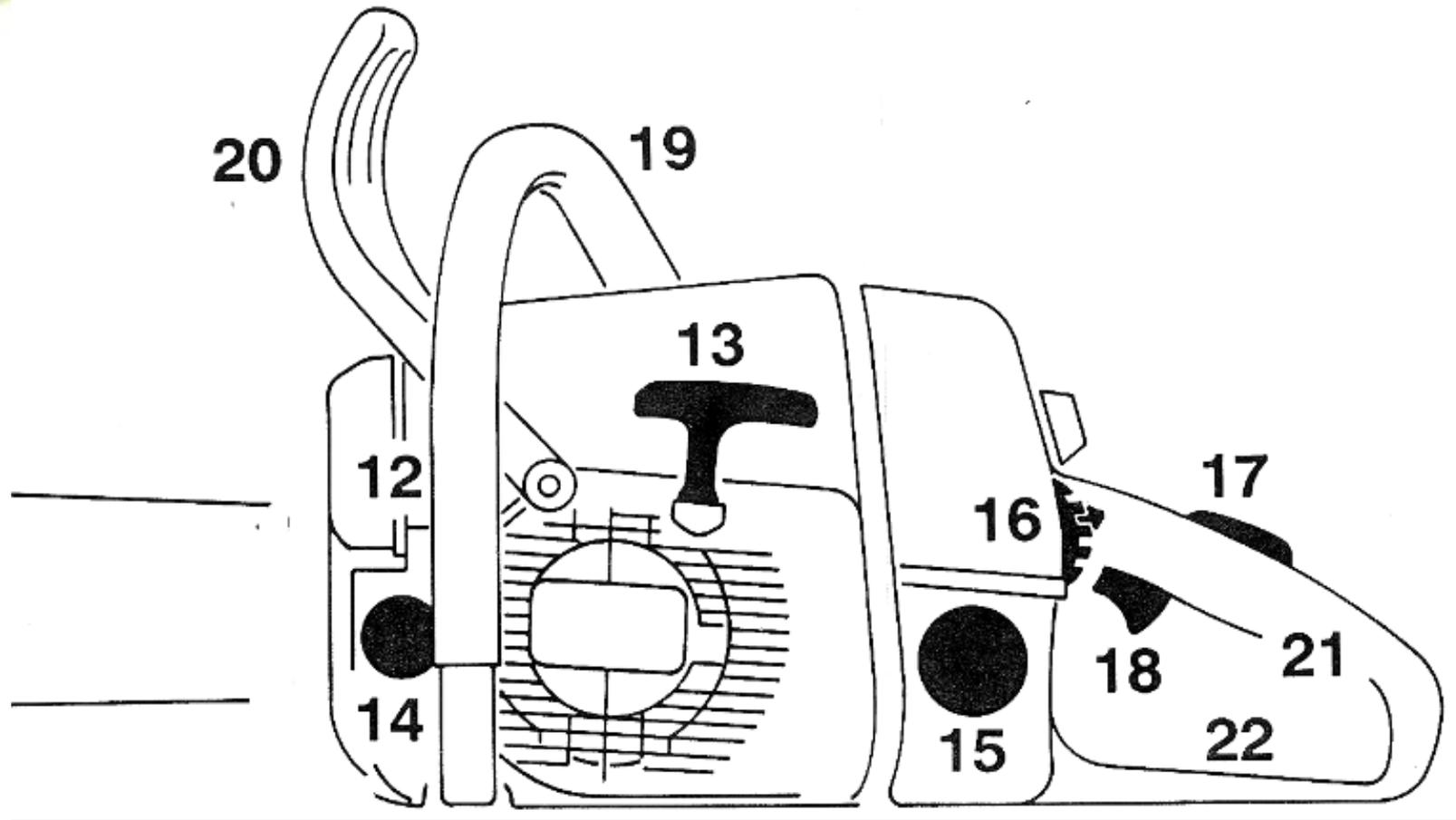
| Operación | Productividad (m ³ / h ef) | Eficiencia Operacional (%) | Costo (US\$/Tn) (Prod. Efectiva) |
|-------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------------|
| R1 4 línea | 14,20 b | 0,65 | 3,31 b |
| R1 7 líneas | 12,15 c | 0,74 | 3,87 c |

- **CONCLUSIONES**
- El *harvester* sobre ruedas analizado presentó un mejor comportamiento en los primeros raleos en que se intervienen 4 líneas a la vez. En la situación en que se intervienen 7 líneas la máquina no alcanza las líneas más externas y debe realizar maniobras que reducen su productividad.
- No se aprecia una reducción de la productividad debido a limitaciones técnicas importantes relacionadas el aumento del peso de los árboles, dentro del rango de volúmenes observados.
- El volumen de los árboles es el factor más importante a considerar durante la planificación de las operaciones de raleo con *harvester*, debido a que es el principal condicionante de la productividad.
- La productividad efectiva del equipo aumenta al trabajar con una mayor intensidad raleo mediante el corte sistemático de líneas.

Motosierra

PARTES DE LA MOTOSIERRA





Motor

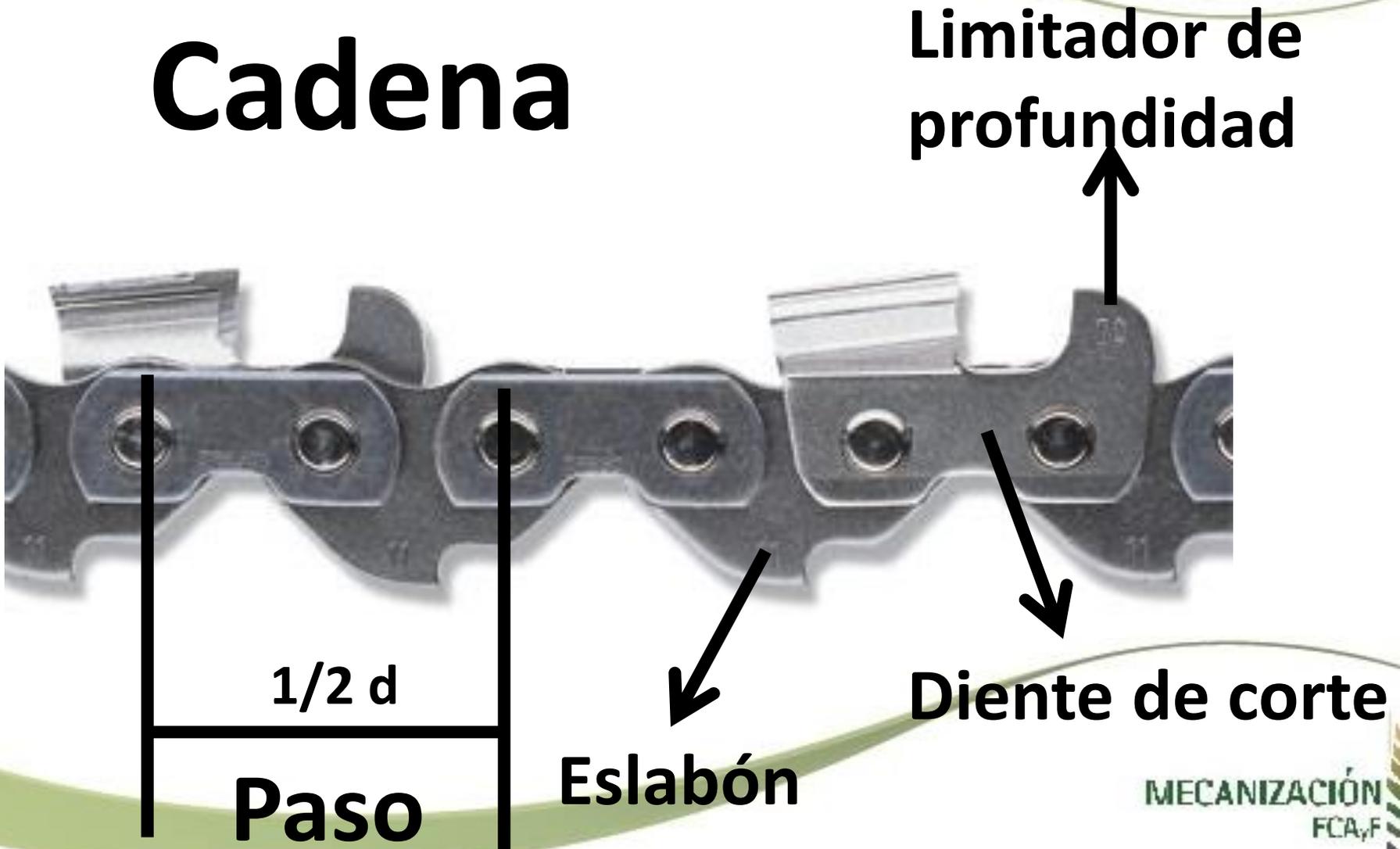
- **Motor 2 tiempos**
- **Combustible, Nafta con aceite 2T**
- **Trabajan siempre en altas revoluciones**
- **Refrigeración por aire**



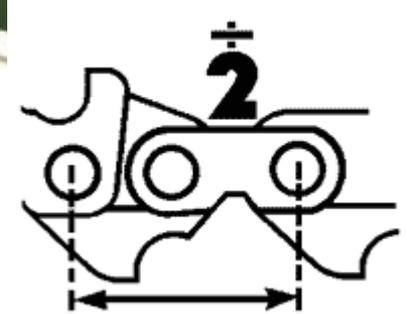
Partes y Funcionamiento del Cilindro de Dos Tiempos



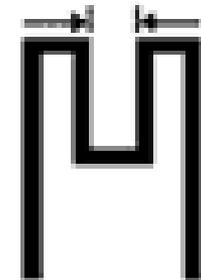
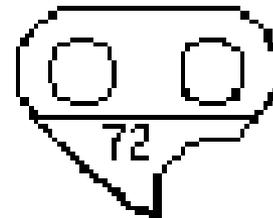
Cadena



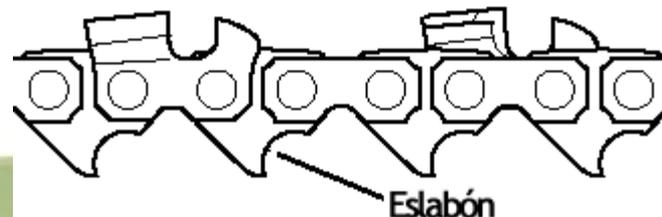
El paso define el tamaño de la cadena. La de paso 1/4" es la cadena más pequeña; la de 3/8" es la más utilizada. El piñón debe ser del mismo paso que la cadena, al igual que el piñón de punta en espadas con piñones de punta.



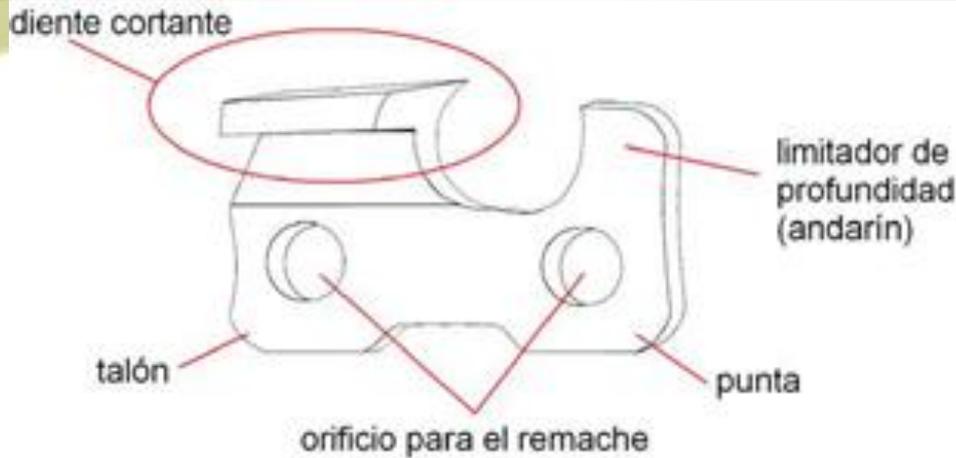
El calibre de la cadena es el grosor del eslabón en el punto en que se acomoda en el riel de la espada. El calibre de la cadena y el de la espada deben coincidir.



La longitud de la cadena está determinada por el recuento del número de eslabones. Entre los ejemplos comunes se encuentran la longitud 70 para la cadena "D" o "72" y la longitud 56 para la cadena "S" o "91".



El eslabón cortante



Dirección del corte

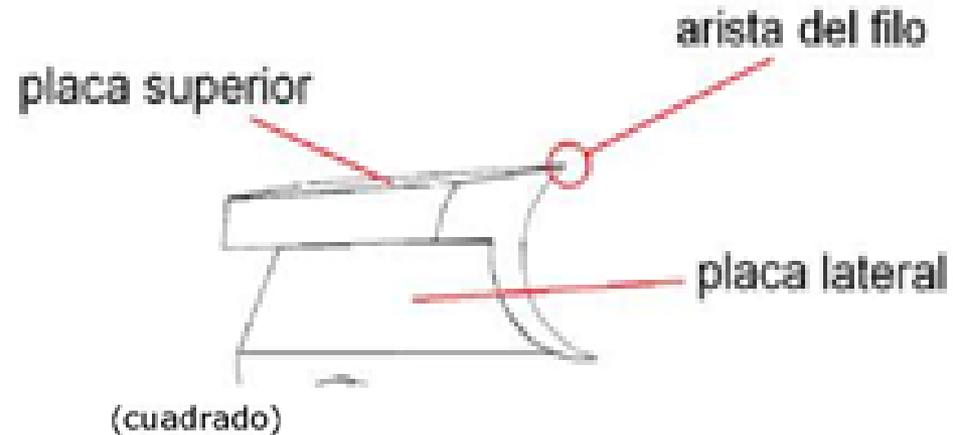


La forma del diente cortante sirve para clasificar las cadenas en:

Rapid Súper: El diente tiene forma de cuadrado. Mayor rendimiento, pero se daña más fácilmente y su afilado es un poco más difícil.

Rapid Micro: El diente es semicuadrado. Mejor rendimiento que el redondo y no se daña tan fácilmente como el cuadrado.

Rapid Estándar: El diente tiene forma redonda. No se daña fácilmente, pero no rinde tanto como los otros tipos de eslabones.



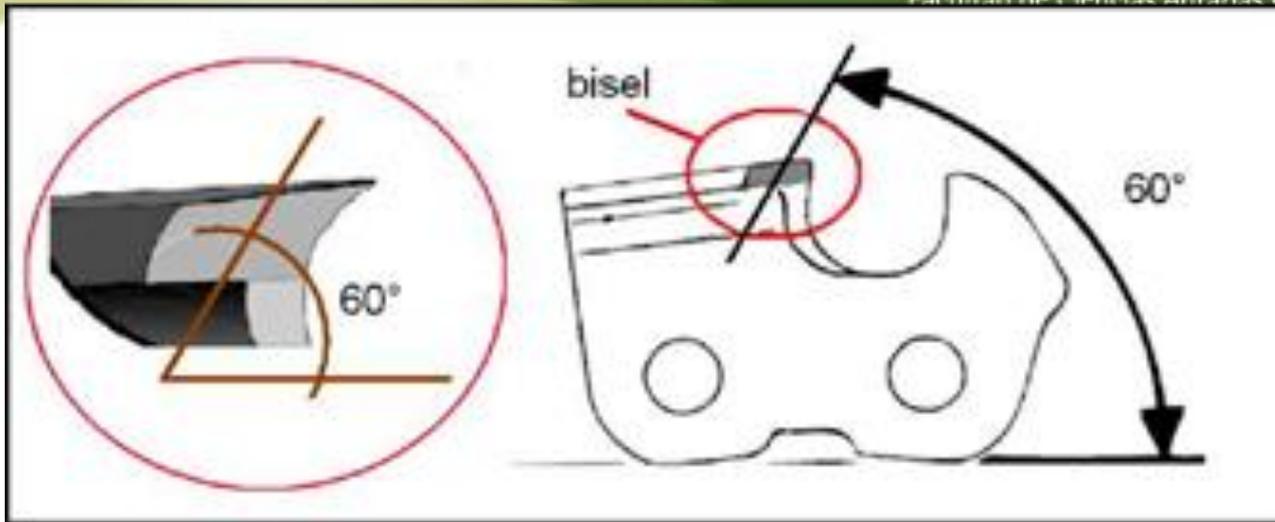
Rapid Super



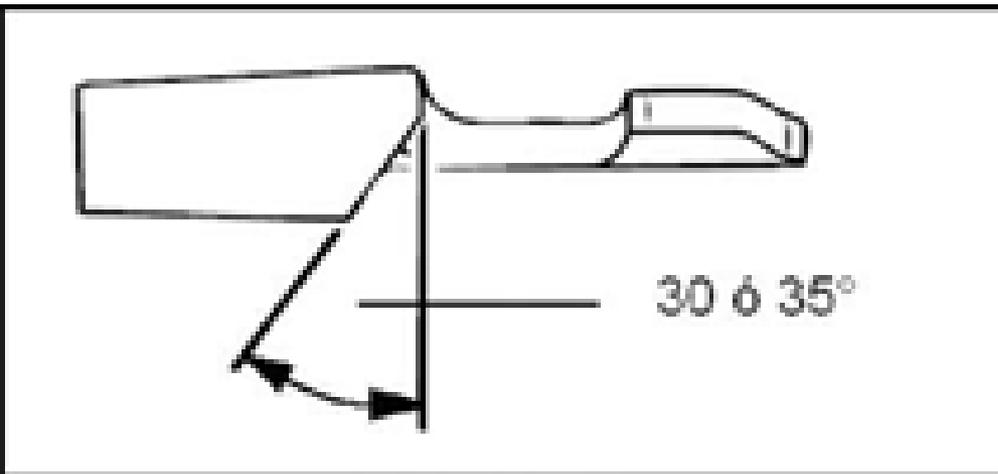
Rapid Micro



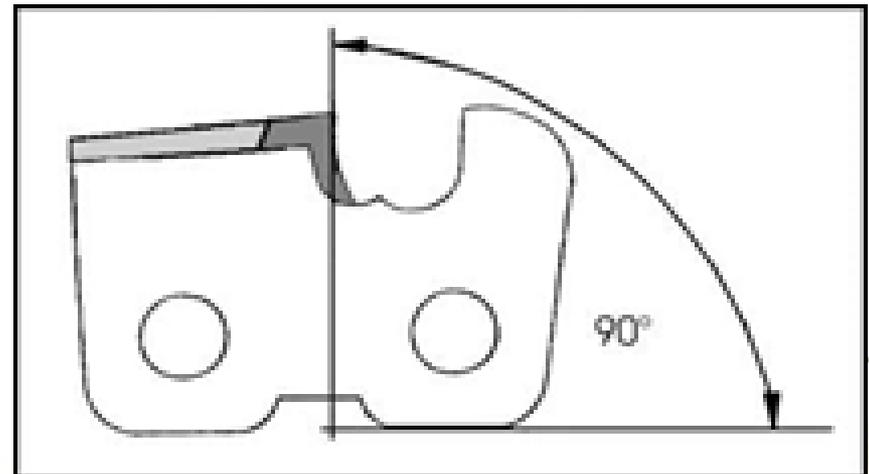
Rapid Estándar



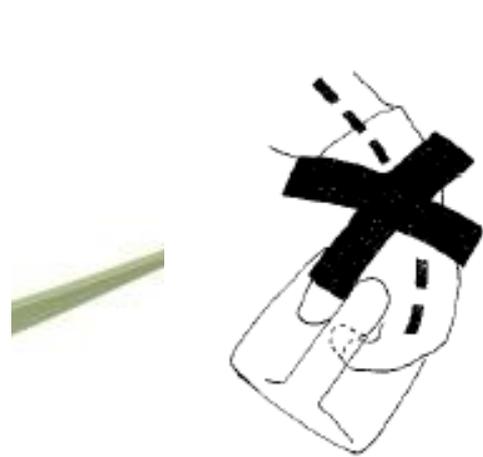
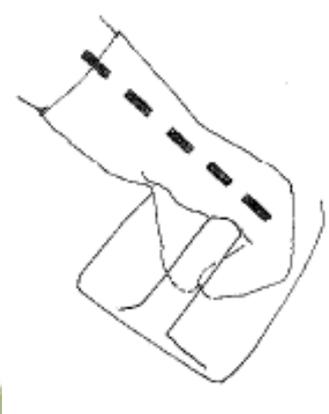
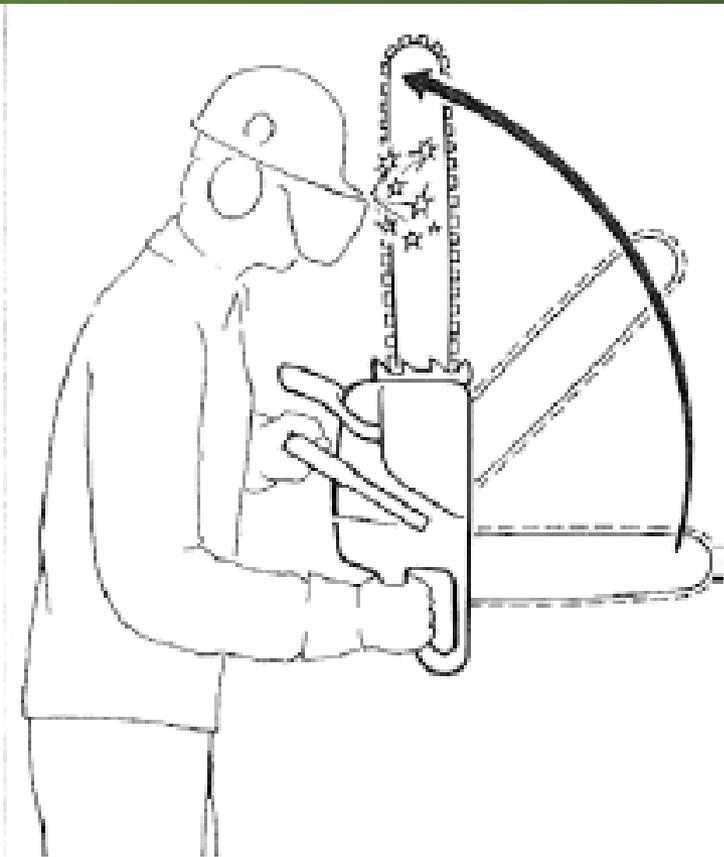
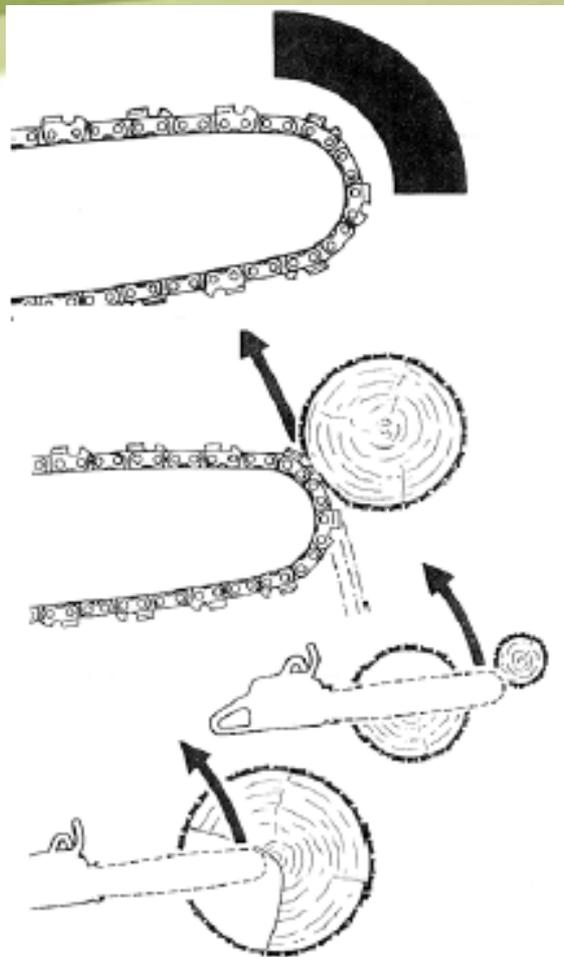
Angulo de corte



Angulo de ataque



Angulo de estabilización



Sistemas de cosecha

- Sistema de corte a mediada o toras cortas (*Cut-to-length*)
- Sistema de Fustes enteros (*Tree-length*)
- Sistema de Arbol entero (*Full-tree*)
- Sistemas de Arboles Completos (*Whole-tree*)
- Sistema de chipeado (*Chipping*).



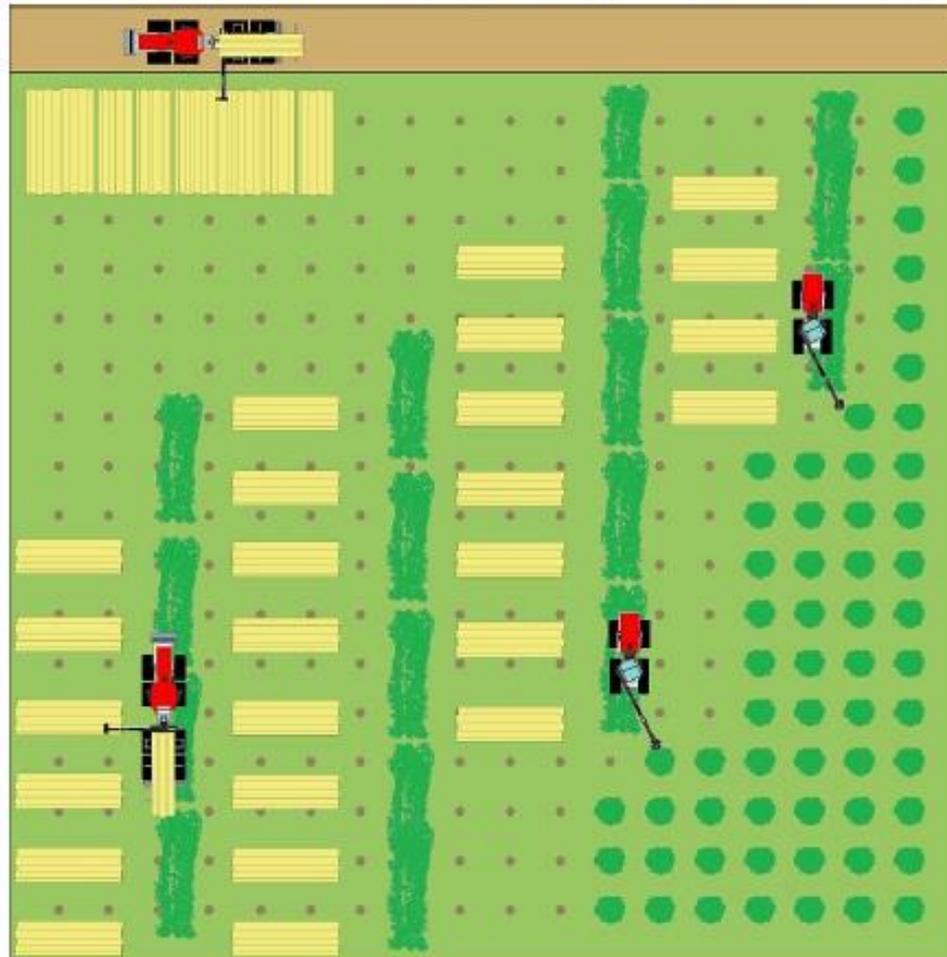
Sistema de corte a medida o toras cortas

(*Cut-to-length*)

Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



Figura 23: Desenho representativo do sistema de toras curtas.



| Legenda | |
|----------------|-------------------|
| | Árvores em pé |
| | Cepas |
| | Pilhas de madeira |
| | Resíduo |
| | Forwarder |
| | Harvester |

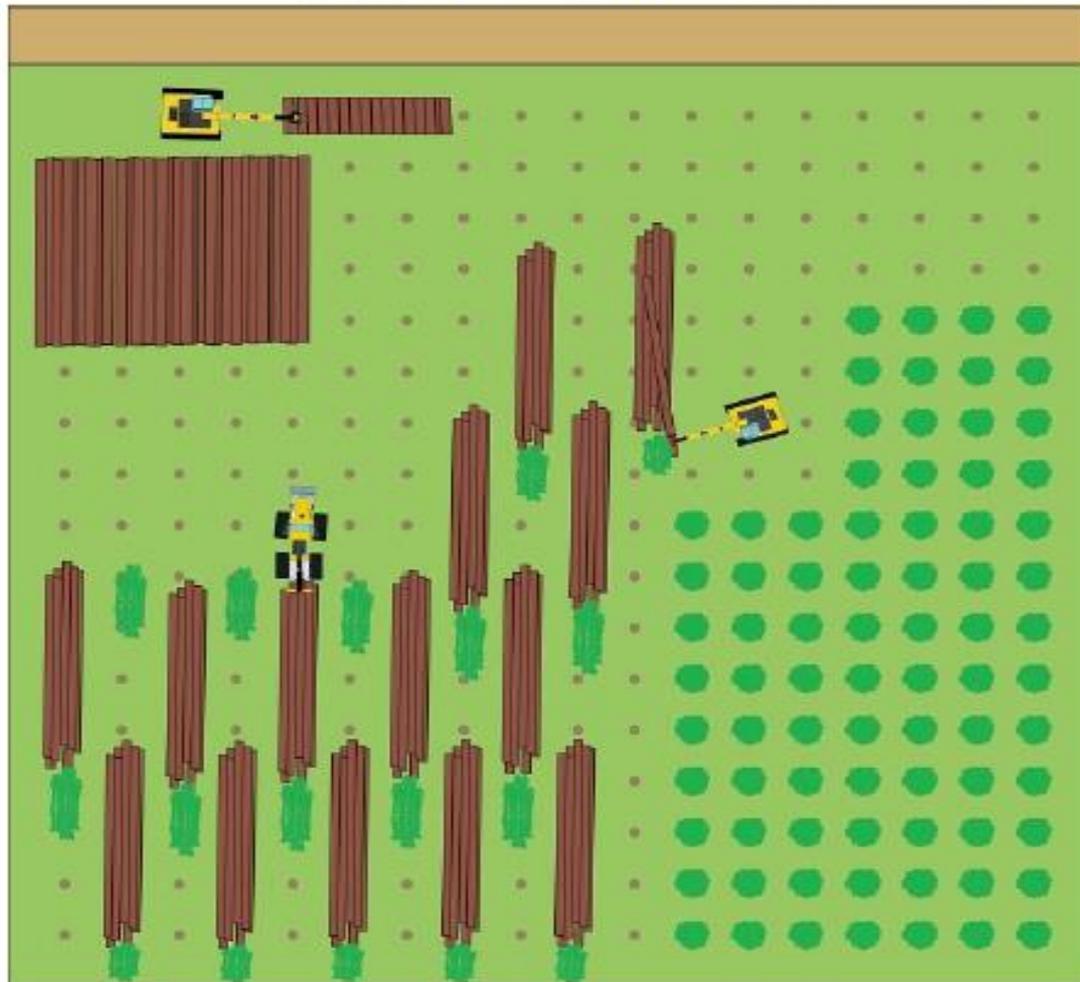
Variantes de configuración

- **Sistema de corte a medida (Cut-To-Length)**
 - Típico: harvester y forwarder
 - Variantes: Carros autocargadores
 - Tractores con garra y carros
 - Skidder de cables para madera corta



Sistema de Fustes enteros (*Tree-length*)

Figura 24: Desenho representativo do sistema de toras longas.



| Legenda | |
|---|---------------------|
|  | Árvores em pé |
|  | Cepas |
|  | Árvores processadas |
|  | Pilhas de madeira |
|  | Resíduo |
|  | Harvester |
|  | Skidder |
|  | Garra Traçadora |

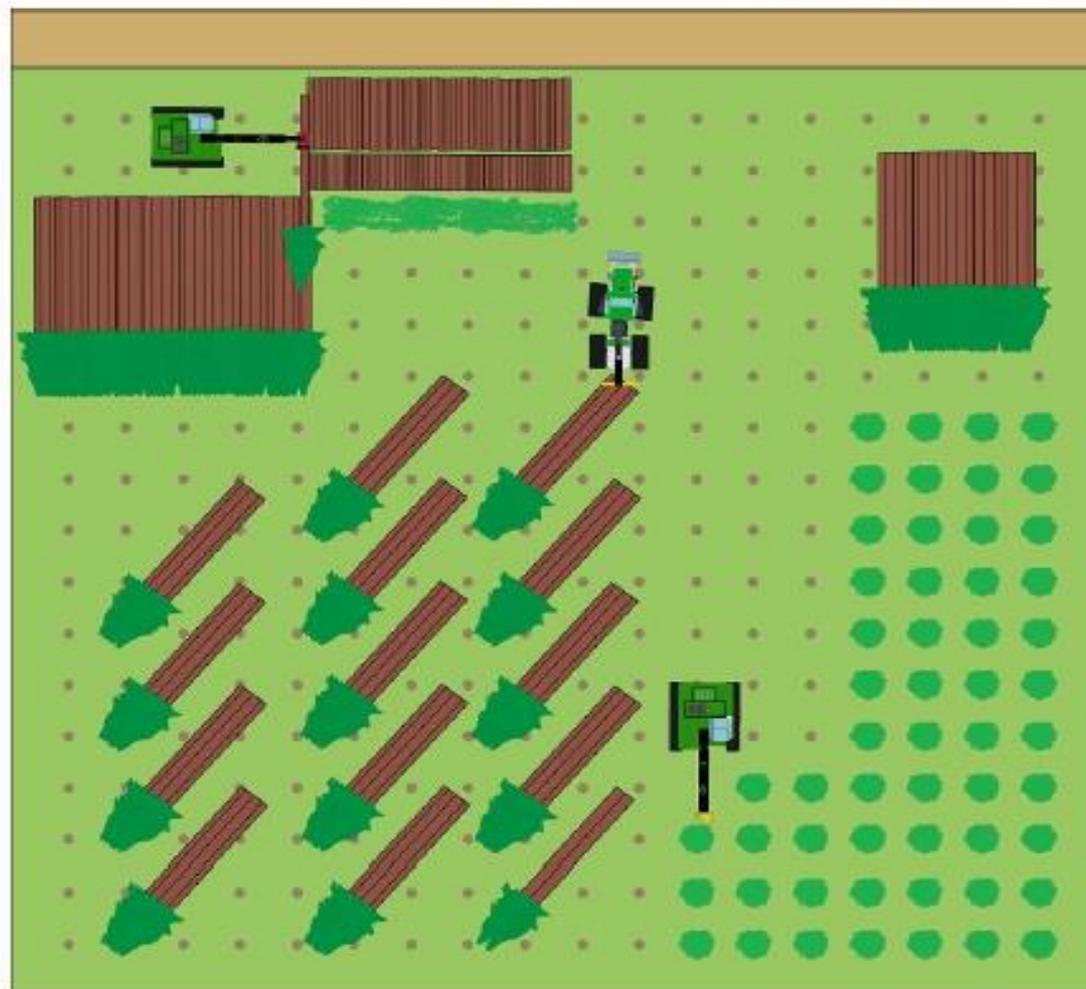
Variantes de configuración

- **Sistema de fuste entero (*Tree-length*)**
 - Típico: harvester –clambuncks-cortadoras-cargadoras
 - Variantes: Skidders
 - Garras trozadoras
 - Procesadores
 - Delimbers
 - cargadoras



Sistema de Arbol entero (*Full-tree*)

Figura 25: Desenho representativo do sistema árvores inteiras.



| Legenda | |
|----------------|-----------------------|
| | Árvores em pé |
| | Cepas |
| | Árvores derrubadas |
| | Pilhas de madeira |
| | Resíduo |
| | Feller Buncher |
| | Skidder |
| | Harvester processador |